引用格式：孙茜, 冯霞, 隆云滔, 等. 数字技术赋能我国医疗治理现代化建设研究. 中国科学院院刊, 2022, 37(12): 1705-1715.
Sun T Q, Feng X, Long Y T, et al. Deepening digital technologies to enable modernization of China's governance of health. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(12): 1705-1715. (in Chinese)

数字技术赋能我国医疗治理现代化建设研究

孙 茜[1] 冯 霞[2] 隆云滔[3*] 徐宗本[4*]

1 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049
2 中国科学院 学部工作局 北京 100190
3 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
4 西安交通大学 数学与统计学院 西安 710049

摘要 数字技术的快速发展为我国实现医疗治理现代化提供了可行的操作路径。文章在分析数字技术赋能医疗机构和医生、政府、社会群体等多元主体、提升医疗服务供给能力、普惠性和公平性、友好性和便利性等方面作用基础上，探讨了数字技术赋能医疗治理现代化建设的4个重点问题，即数字医疗基础设施建设、数字技术采纳的影响因素、数据资产属性确权、数据安全与科技伦理。基于国际数字医疗应用场景，提出推动数字技术赋能我国医疗治理现代化建设的对策建议：以道路自信为核心、以医疗情景驱动为引擎、以技术融合应用为抓手，聚焦数字技术价值创造引导多元主体协同治理，融入全球创新、承担大国责任、倡导科技向善。

关键词 数字技术，医疗，治理现代化，数字中国，健康中国

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20221117003

数字技术的快速发展和全面应用有效赋能我国医疗治理现代化建设，成为我国推进医疗高质量发展的重要抓手。推进数字技术赋能医疗治理，需要理解我国实现医疗治理现代化的主要矛盾——政府和市场的关系[1]，其本质是医疗资源的供需关系不平衡和信息不对称问题[1-3]。数字技术赋能医疗多元主体主要可作用在从供给侧提高医疗资源供给效率、质量和覆盖面，解决信息不对称问题。党的二十大报告指出，“加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”，特别在“推进健康中

*通信作者
资助项目：中国科学院学部院士咨询评议重大项目（2022-ZW14-Z-027），中国科学院学部咨询评议项目（2020-XX04-B-029）
修改稿收到日期：2022年11月30日

国建设”中提出“深化医药卫生体制改革，促进医保、医疗、医药协同发展和治理”。2022 年 11 月，我国国家卫生和健康委员会等三部门联合发布了《“十四五”全民健康信息化规划》，提出到2025年“基本形成卫生健康行业机构数字化、资源网络化、服务智能化、监管一体化的全民健康信息服务体系”。

然而，在数字技术赋能过程中，一个突出现象是过度关注医疗机构信息化，这与面向人民生命健康的医疗治理现代化建设目标具有一定差距。数字技术赋能医疗治理现代化，应推动医疗服务从“‘以推进医疗机构信息化为主’向‘以保障人民生命健康为主’转变”[4]。为了实现这一目标，急需在推进医疗机构数字化和建设数字医疗基础设施的同时，树立“以人为本”的理念、注重数字技术的采纳问题、医疗数据确权、数据安全和科技伦理问题。2019 年，世界卫生组织（WHO）率先成立了“数字医疗技术咨询组”，并于 2021 年发布了《数字医疗全球战略（2020—2025）》[5]，提出各国要抓住机遇，面向 2030 联合国可持续发展目标，针对医疗数据和数字技术应用，加快制定政策、加强国际合作共同推动数字技术高效、安全赋能医疗建设。

本文从数字技术赋能医疗治理现代化建设的重要意义出发，分析数字技术赋能医疗治理现代化的关键问题，借鉴国外先进经验做法，提出我国深化数字技术赋能医疗治理现代化的对策建议：以道路自信为核心、以医疗情景驱动为引擎、以技术融合应用为抓手，聚焦数字技术价值创造引导多元主体协同治理，融入全球创新、承担大国责任、倡导科技向善。

1 数字技术赋能我国医疗治理现代化建设的重要意义

我国医疗治理现代化建设涉及众多参与主体，如医院和医生、政府、社会群体及数字技术企业等。数字技术创新、推广和使用具有重大赋能潜力：促进医疗服务供给能力、普惠性和公平性、友好性和便利性。数字医疗图景除涵盖多元主体在内的主体层外，还包括技术层、应用层和功能层的共同实现（图 1）。

1.1 数字技术赋能医疗机构和医生，提升医疗服务供给能力

医疗服务供给能力主要涉及供给数量、质量、成本、效率，是医疗治理现代化建设重要内容。医疗组织是医疗治理现代化的重要主体。

（1）*数字技术可以提升医院管理效率。*人工智能（AI）、区块链、大数据等技术的应用可以实现实时数据共享和更新，并依据历史数据动态预测医院的相关数据，例如门诊量、入院出院患者量、周转率、床

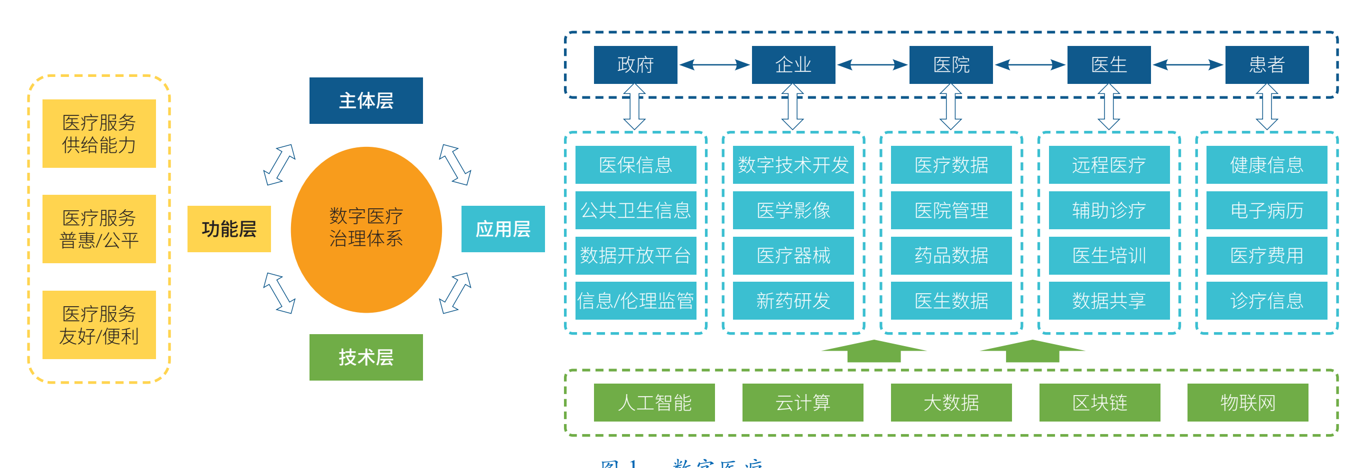


图 1　数字医疗

Figure 1　Digital health system

位数量、用药量等，提高医院的管理效率和实现精准管理。

（2）数字技术可以提高医疗供给数量和质量、降低医疗成本。导医、分诊和问诊机器人直接为患者提供服务，针对患者屡次重复问题也不会出现缺乏耐心等情绪问题，可以有效提升医疗资源供给数量和质量。针对慢性病患者、老年人的大数据和物联网智能居家健康监测系统等可以一定程度上替代医务工作人员，全天候为患者提供实时服务。此外，互联网医疗可以实现在线问诊，避免了医疗资源挤兑等问题，降低了医疗成本。

（3）数字技术可以提高医务人员工作效率。基于大数据、语音识别和自然语言处理等技术的智能输入法系统、AI 移动查房系统、AI 医学影像读片系统、智能外呼系统等可以辅助医生和护士等医务人员，提高工作效率，更高效地为患者提供服务。

1.2 数字技术赋能各级政府和基层医疗机构，提升医疗普惠性和公平性

鉴于医疗资源的公共属性，政府在医疗治理中发挥着关键作用，尤其在我国高度行政化的医疗体系中，政府是保障医疗资源普惠性和公平性的重要治理主体。

（1）增强公共卫生领域抵抗重大风险能力。根据医疗历史数据和统计数据，大数据、AI、云计算等可协助政府建立智慧数字平台和监测管理系统，预测流行病发病趋势，实现疾病预警[1,6,7]。尤其在抗击新冠肺炎疫情中，大数据、AI、云计算、无人机等数字技术在资源调度、疫情监测[8]、病毒溯源、新药研发、健康码精准管理等方面发挥了重要作用。

（2）助力我国分级诊疗。大型医疗机构运用数字技术赋能的同时，确保数字技术在基层医疗机构的普遍应用是实现医疗治理现代化的关键一步。AI 辅助诊疗系统、第五代通信技术（5G）远程会诊、远程全景虚拟现实（VR）手术、基于 5G 和 AI 技术的远程智慧超声系统、互联网医院等可以实现优质医疗资源精准下沉到基层医疗机构，为偏远地区、欠发达地区和农村等医疗资源欠缺地区提供高质量的医疗服务[9]，确保医疗的普惠性和公平性。

（3）加快培养基层医务人员。AI 辅助诊疗系统可以作为医疗专家出诊，为患者提供低价格、高质量服务，甚至可以为水平一般的医务人员或医学生提供专业指导。例如，通过增强现实（AR）、VR、5G 直播等方式，基层医生能与医学专家远程会诊和交流，甚至远程参与手术观摩学习，为医疗资源不平衡的问题提供可行的解决路径。

1.3 数字技术赋能社会多元群体，提升医疗服务友好性和便利性

社会多元群体涵盖患者、患者家属、社区、数字技术企业等，是医疗治理现代化实现的重要主体。

（1）数字技术赋能患者和家属自主诊疗。医疗健康可穿戴设备为患者信息的实时监测、采纳、分析提供了可能，也让以患者为中心的医疗服务理念得以发挥。AI 辅助诊疗系统为患者选择“挂号 AI 专家”提供了可能性。

（2）数字技术挖掘了基层平台的潜力。在慢性病、康养等领域，我国具有社区、街道等基层平台优势，而数字技术应用放大了基层平台的潜力[10]。一些数字技术在友好性和便利性方面体现出巨大优势，例如，数字疗法可以治疗药物滥用、慢性失眠和酒精成瘾，借助基层平台的力量为慢性病患者提供低成本、便利的家门口式医疗服务。同样借助基层平台力量，VR 沉浸式治疗模式可以为心理疾病患者如自闭症患者、慢性疼痛疾病（如慢性腰痛）带来低成本、易获取的居家服务。

（3）数字技术企业的参与有助于提升医疗治理的针对性。提升技术的友好度，需要企业在医疗数字技术的创新过程中参与多元主体互动，即企业在充分吸收了来自医生、患者、患者家属、社区多样化需求

后，从而实现技术创新的有效针对性。

2 运用数字技术赋能医疗治理的关键问题

运用数字技术赋能医疗治理现代化，首先需要数字医疗基础设施做支撑和保障，其次技术采纳率和采纳意愿对于技术成功应用极其重要，同时在数据开放共享中需要明确数据的资产属性、关注数据安全与科技伦理问题。

2.1 数字医疗基础设施建设问题

数字基础设施建设是运用数字技术赋能医疗治理现代化的基础。学术界注重探讨数字基础设施中“参与者-技术-环境”互动过程。例如，强调多元的行为主体，包括异质性和自治的个体或者组织，在使用信息技术的过程中，寻求与其他使用者或者外部环境之间的适应过程[11-13]；强调多元的参与者将其利益和兴趣转嫁到技术上，创造出人与物之间的演化网络过程[14]。数字基础设施的演化，主要是通过信息技术调节活动中产生的“社会-技术”关系，在既定的实践社区中变得有意义的过程[15,16]。强调管理者在组织系统组合中，为了提高信息技术资源和战略业务之间的一致性而实施变革的过程[17,18]。数字医疗基础设施建设需考虑数字技术的特性、医疗系统不同利益相关者、我国医疗制度环境，以及三者之间的互动关系。此外，数字医疗基础设施建设势必会对医疗系统带来变革性影响，需要思考相应的医疗治理机制的改革问题。

2.2 数字技术采纳影响因素问题

数字技术赋能医疗治理现代化建设过程中，技术创新、应用推广和广泛采纳是提升治理效率的重要支撑，需要重视影响数字技术采纳的因素。

（1）训练未成熟技术系统依赖医生贡献和患者信任。贡献专业知识和时间训练算法、标记和清洗大数据等，让原本工作繁忙的医生增加了工作量，导致技术采纳失败或缓慢；患者，尤其是老年人等群体对数字技术的排斥，导致直接面向患者的数字技术接受度和使用率降低。

（2）医生的专业身份和专业权威使得医生怀疑数字技术系统。例如，AI 辅助诊疗系统在筛查癌症的时候可能会出现误诊或漏诊的情况，造成医生对技术的怀疑和不信任[19,20]。

（3）技术采纳可能会造成医院和医疗系统内权利转移。例如，区块链技术应用在实现去中心化和数据实时共享同时，也让一些专家“失去”了对数据的控制权[21,22]。

2.3 数据的资产属性确权问题

医疗数据涉及生命健康，不仅对个人来说异常敏感，对于国家安全也至关重要。医疗数据的资产属性确权问题，直接影响医疗数据和数字技术的治理理念与治理模式。有学者从数据价值链视角将数据资产分为资源性数据资产和经营性数据资产[23]。2022 年，欧洲议会研究局发布《数据治理和 AI：可持续和公正的数据治理模式》，指出数据作为国家战略资产或专有资产得到了各国广泛关注，国际上形成了几种主要数据确权和治理模式（表 1）[24]。总体看来，在数据治理尤其是医疗数据治理中，国际上尚未形成统一共识，表现为碎片化治理问题。

2.4 数据安全与科技伦理问题

平衡医疗领域中数据开放共享及其可能引发的科技伦理问题是实现数字技术赋能医疗治理现代化的难点。数字医疗应用中的伦理学挑战包括隐私问题、数据安全、知情同意、责任认定、信任和公平问题，并不断被强调，尤其是 2018 年“免疫艾滋病基因编辑婴儿”事件后，我国出台了一系列政策法规，2022 年 3 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于加强科技伦理治理的意见》指出，“‘十四五’期间，重点加强生命科学、医学、人工智能等领域的科技伦理立法研究，及时推动将重要的科技伦理规范上升为国家法律法规。”

（1）实现医疗数据健康开放共享需要科技伦理

表1　4 种数据的资产属性确权和治理模式

Table 1　Four types of data asset identification and governance model

数据的资产属性	具体内涵
① 数据即资产	数据作为资产可以在市场上进行交易 当前国际主流模式，得到了二十国集团（G20）、世界贸易组织（WTO）部分成员国、联合国贸易和发展会议（UNCTAD）等国际组织的政策支持
② 公共利益基础设施	数据是一种公共资源，需要体现公共利益价值导向 用公共数据来制定政策、进行社会创新和解决社会挑战等
③ 资产，然需要通过集体或第三方进行管理	与第一种模式相比，强调第三方治理和集体权益
④ 本土资源	反对数据霸权和将一些国家变成“数据殖民地”

立法支撑。医疗数据开放共享是实现数据开发、创造社会价值的基础，能够确保异地医疗、科学研究、公共政策研究、基因工程等技术研发的顺利实现。2020 年，世界卫生组织发布了《指导数字近距离追踪技术用于 2019 冠状病毒病（COVID-19）接触者追踪的伦理考虑》确保了相关数字技术赋能公共卫生突发事件时技术伦理问题。

（2）科技伦理是支撑数字技术负责任、可持续应用的保障。在医疗领域，违反科技伦理的技术开发和应用会导致患者隐私泄露、种族歧视，乃至国家安全等问题，让技术瞬间被“锁进笼子”。各国和国际组织高度重视科技伦理问题，发布了一系列文件。

3 他山之石：国际应用场景

各国在数字医疗治理建设方面，绘制了各具特点的场景地图，形成了特色，积累了经验。文章在分析总结主要发达国家数字技术应用场景的基础上（表 2），针对我国医疗治理基本现状，提炼出可供我国运用数字技术赋能中国特色医疗治理现代化体系建设借鉴的国际经验（图 2）。

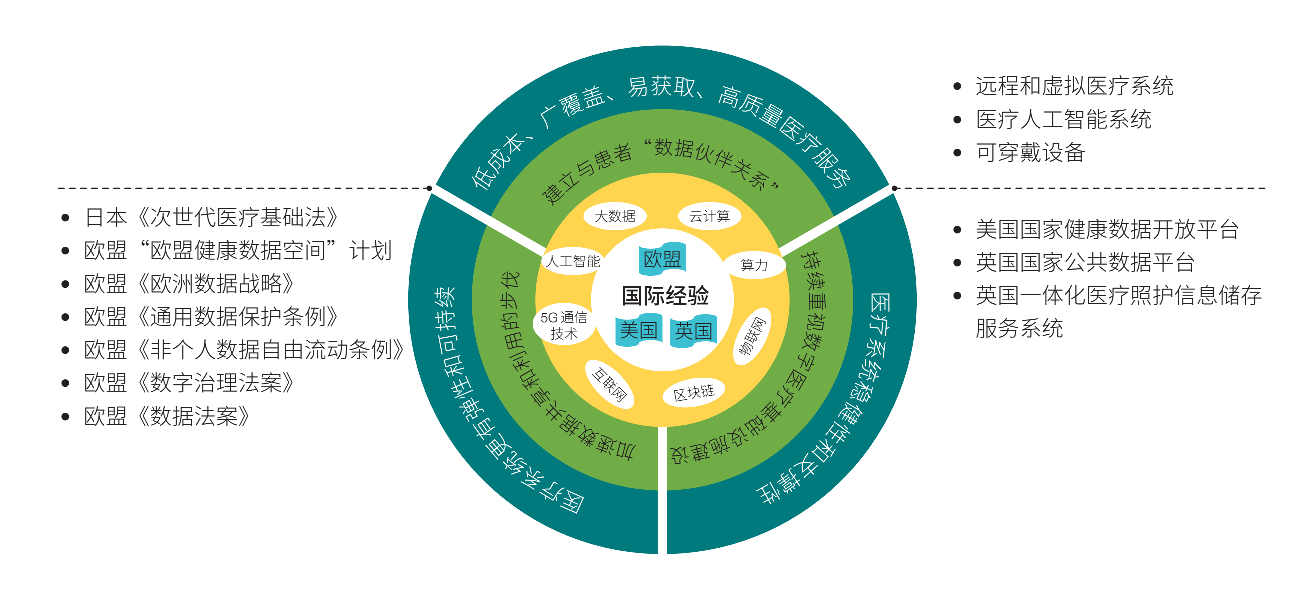


图 2　数字技术赋能中国特色医疗治理现代化建设的国际经验

Figure 2　International experience of using digital technologies to enable health modernization for governance with Chinese characteristics

表2　关键数字技术在各国的医疗应用场景和基本成效举例

Table 2　Examples of applying key digital technologies and outcomes by countries

医疗数字平台/系统	应用和实施场景	基本成效或目标
欧盟健康数据空间、欧洲数据战略	确保医疗保健、科研创新、政策和监管决策等所需健康数据的访问和使用	预计在10年内为欧盟节省110亿欧元 将医疗数据作为新型生产力 加速欧盟成员国间健康数据共享和利用 帮助患者建立更牢固和敏捷的医患关系 更好的连接患者、医生和医疗系统
美国国家健康数据开放平台	整合临床服务质量信息、全国卫生服务提供者目录、最新医疗和科学知识数据库、消费产品数据、社区卫生绩效信息、政府支出数据等数据内容	已建成8个医学影像与生物信息数据中心 已建成12个区域电子病历数据中心 已建成9个医疗知识中心 提升数字基础医疗设施支撑能力
英国国家公共数据平台	整合吸烟、吸毒、酗酒、药物表现和医院数据	存储1 839条医疗相关的数据 支撑公共卫生研究、政策制定
英国一体化医疗照护信息储存服务系统	整合医疗信息	储存超过23 000个医疗信息系统数据 覆盖超过5 000万居民医疗信息 已为130万名医务人员提供服务
远程和虚拟医疗系统	远程机器人VR手术 虚拟视频会诊和检查 互联网医院 在线问诊 ……	每年解决美国1/3的全国门诊量，约4.17亿人次 每年为美国510万次重疾患者提供专家远程诊疗 解决医疗资源挤兑和医疗资源分布不均 实现以患者为中心 降低医疗成本；提高服务效率
医疗AI系统	AI辅助诊疗 AI疾病风险预测 AI医学影像系统 AI药物挖掘 AI健康管理 AI医院管理 AI辅助医学研究平台 AI虚拟助理，如语音电子病历、导医机器人 ……	提高诊疗和医院管理效率 降低误诊率和医疗事故率 降低医疗系统运营和管理成本 实现以患者为中心 改善预后和随诊 解决医疗资源挤兑和医疗资源分布不均
可穿戴设备	脉搏血氧仪 穿戴式心电传感器 智能腕式电子血压 持续葡萄糖监测系统 ……	降低医疗成本 提高医疗服务质量 帮助患者建立更牢固和敏捷的医患关系 实现以患者为中心的医疗治理建设目标

3.1 加速数据共享和利用的步伐，促进医疗系统更有弹性和可持续

为充分发挥医疗数据作为新型生产力的作用，各国加快了保障数据联通和共享的制度、政策和法律建设。日本2018年实施《次世代医疗基础法》[25]。2022年5月，欧盟委员会发布了“欧盟健康数据空间”（EHDS）计划，拟率先投入8.1亿欧元促进欧盟各成员国之间健康数据的共享，提高医疗效率和医疗质量，促进医疗资源的公平性和普惠性，是“欧洲数据战略”的一部分。确保医疗数据保护和安全是持续数据共享和应用的基础。在加快数据应用的过程中，欧盟尤其强调数据共享中数据保护和安全问题。EHDS中对个人健康数据处理和使用的同时，遵循欧盟2016年的《通用数据保护条例》、2018年的《非个人数据自由流动条例》、2022年的《数字治理法案》和《数据法案》等政策和法律。

3.2 持续重视数字医疗基础设施建设，保障医疗系统的稳健性和支撑性

数字医疗基础设施建设涵盖医疗信息基础设施和医疗融合基础设施（图 3）。各国持续重视数字医疗基础设施建设，已经取得了一定成果。例如，美国卫生与公众服务部管理国家级健康数据开放平台（healthdata.gov），在建设和监管健康医疗大数据平台上取得了一定成果；英国通过国家级平台（data.gov.uk）共享包括医疗领域在内的 14 个领域的公共数据[26]，此外英国政府已斥资 55 亿英镑建设全国一体化医疗照护信息储存服务系统。

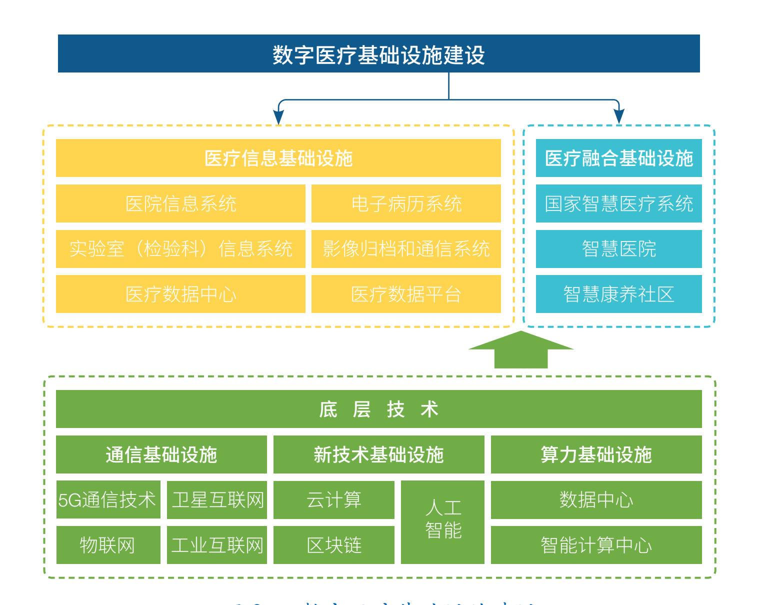


图 3 数字医疗基础设施建设
Figure 3 Infrastructure development of digital health

3.3 建立与患者的“数据伙伴关系”，提供低成本、广覆盖、易获取、高质量医疗服务

（1）以患者为中心是数字技术赋能医疗治理现代化建设的核心目标。应用数字工具已成为以患者为中心提供服务的新常态[5]，患者能够更好地控制、访问和使用其个性化健康数据，与数字技术互动的过程中逐步建立起了患者和数字技术之间的“数据伙伴关系”。这种“数据伙伴关系”可以帮助患者建立更牢固和敏捷的医患关系，实现以患者为中心的医疗治理现代化建设目标。

（2）数字技术的应用，降低了医疗成本，提高了医疗质量，增强了医疗资源的广覆盖和易获取性。远程医疗和虚拟医疗在美国发展迅速，① 由于美国医疗费用高昂患者难以承担，医疗保险机构也致力于数字技术的推广来降低医疗成本；② 由于数字技术可以赋能医疗机构为患者提供更便捷的服务。

（3）新冠肺炎疫情所带来的就医、工作、生活、社交等模式变化，为数字技术的推广和普及提供了契机。各国针对新冠肺炎疫情爆发带来的医疗资源挤兑和医疗资源区域分布不均衡等问题，调整和加快制定政策，解决数字技术应用中存在的政策和法律问题，推进了数字技术在医疗领域的应用和普及。美国联邦医疗保险计划暂时将视频医疗问诊的报销比例提升到与面对面医疗问诊同样的水平。此外，美国卫生与公众服务部（HHS）民权办公室采取了相关措施，如允许使用相关的交流应用软件来扩展远程医疗的应用范围，不受 1996 年美国颁布的《医疗电子交换法案（HIPAA）》和 2009 年通过的《经济和临床健康信息技术法案（HITECH）》限制[27]。

4 数字技术赋能我国医疗治理现代化建设的政策建议

为实现 2035 年健康中国建设目标，我国应抓住当下数字技术重塑医疗系统的窗口期，加快推进我国医疗治理现代化建设；面向核心问题，迎接新发展机遇，推动数字技术在医疗治理中的应用，推动医疗治理现代化、数字中国和健康中国建设落地，深入贯彻一切为了人民的发展理念。

4.1 增强道路自信，以中国式数字创新推动医疗治理现代化建设

（1）经济基础和高速增长是实现医疗治理现代化的重要保障。作为世界第二大经济体，2020 年

和2021年我国GDP分别为14.72万亿美元、17.73万亿美元，美国为20.89万亿美元、23万亿美元。到2035年，我国GDP将较2020年翻1倍，达到30万亿美元，实现人均2.3万美元。

（2）增强数字技术原始创新能力。在AI、5G等数字技术领域，我国位列国际第一梯队，这源于持续的原始创新投入和基础研发攻关。加大基础研究投入，要将基础算法、代码等底层核心关键技术牢牢掌握在自己手中。

（3）加强本土复合型人才培养。在深入实施科教兴国战略、人才强国战略的背景下，面向人民生命健康培养“医疗+数字技术”复合型人才，增强学科融合，有助于基于问题导向、需求导向和科学导向的关键性技术研发和应用。

4.2 以医疗情景驱动为引擎，从需求侧推动医疗治理转型和快速发展

我国人口规模巨大，具有丰富的数字医疗应用场景，为数字技术赋能我国医疗治理现代化提供了有利条件。

（1）抓住城镇化进程带来的医疗需求。2021年，我国城镇化率为64.72%，预计到2050年将达到80%，基本实现城镇化。在城镇化进程中，异地就医、报销等为我国基本医疗保险制度、医疗数据共享等提出了新的要求，也是数字技术赋能我国医疗治理现代化建设的有效切入口。

（2）老龄化进程的加速为数字医疗提供了需求也提出了要求。我国正加速进入深度老龄化社会，2021年我国60岁以上老龄人口为2.67亿，预计2035年将突破4亿，2050年将达到5亿。数字技术在赋能老年人就医、康养、慢性病检测、随访等方面潜能巨大，也是推动社区、患者、社会组织等多方参与和推进医疗治理体系改革的引擎。充分利用我国丰富的数字技术应用场景和海量的数据资源，抓住技术研发这一“社会实验室”，从需求侧推动数字技术赋能我国医疗治理现代化建设。

4.3 以技术融合应用为抓手，从供给侧提升医疗治理水平和治理效率

（1）加快数字医疗基础设施建设。借助国家战略科技力量攻克关键核心技术，并调动科技领军企业和中小型科技企业参与开发数字医疗技术和基础设施建设。

（2）瞄准医疗领域的痛点，深度融合AI、物联网、大数据等数字技术应用。例如，充分发挥远程医疗与AI、5G、VR技术的整合应用优势，为我国西部地区和基层医院提供高质量的医疗服务，促进优质医疗资源的下沉。

（3）提升数字技术可用性，提高医院和医生采纳数字技术的意愿。在数字医疗系统开发设计环节，以问题和需求为导向，加强医生和患者的共同参与，提升数字技术的可用性和易用性。

4.4 聚焦数字技术价值创造，引导多元主体参与数字医疗协同治理

（1）以公共价值创造为导向，形成多元主体协同治理理念。着力推进患者、社会群体、数字技术企业等与政府和医院一起，共同参与医疗服务和生产。

（2）建设多主体之间权责分配治理机制。在数字技术应用过程中，充分考虑各个主体的权利、责任、利益，治理手段和治理模式既要“软着陆”“让子弹飞一会儿”，又要具备应对突发事件和迅速发展迭代数字技术的敏捷性。

（3）融入全球开放创新，承担大国责任，倡导科技向善。在科技伦理、医疗数据共享、隐私和标准、医疗数据确权等领域，逐渐形成我国的规制和法律体系。在深化数字技术赋能医疗治理建设上主动作为，率先制定相应国际、区域法律法规和规范标准。充分发挥社团组织、医疗团体等民间力量，推动国际交流和对话，在国际上及时发出中国声音。

致谢 杨晓光、陈凯华等作为总体组专家参与了项目研讨，提出了宝贵建议，在此一并致谢。

参考文献

1 费太安. 健康中国 百年求索——党领导下的我国医疗卫生事业发展历程及经验. 管理世界, 2021, 37(11): 26-40.
Fei T A. Building a healthy China: The development process and experience of China's medical and health services under the leadership of the CPC. Journal of Management World, 2021, 37(11): 26-40. (in Chinese)

2 顾昕. "健康中国"战略中基本卫生保健的治理创新. 中国社会科学, 2019, (12): 121-138, 202.
Gu X. Governance innovation in basic health care in the "healthy China" strategy. Social Sciences in China, 2019, (12): 121-138, 202. (in Chinese)

3 顾海, 吴迪. "十四五"时期基本医疗保障制度高质量发展的基本内涵与战略构想. 管理世界, 2021, 37(9): 158-167.
Gu H, Wu D. Connotation and strategic conceptualization of the high-quality development of the essential healthcare security system during the 14th five-year plan period. Journal of Management World, 2021, 37(9): 158-167. (in Chinese)

4 穆荣平, 蔺洁, 池康伟, 等. 创新驱动社会服务数字转型发展的趋势、国内外实践与建议. 中国科学院院刊, 2022, 37(9): 1259-1269.
Mu R P, Lin J, Chi K W, et al. Trends, practices and policy suggestions of innovation-driven digital transformation of social services. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(9): 1259-1269. (in Chinese)

5 World Health Organization. Global Strategy on Digital Health 2020–2025. Geneva: World Health Organization, 2021.

6 单珊. 党的十八大以来我国突发公共卫生事件应急管理体系建设的重大成就和重要经验. 管理世界, 2022, 38(10): 70-78.
Shan S. The major achievements and important experience in the construction of China's emergency management system for public health emergencies since the 18th national congress of the CPC. Journal of Management World, 2022, 38(10): 70-78. (in Chinese)

7 陈凯华, 冯泽, 孙茜. 创新大数据、创新治理效能和数字化转型. 研究与发展管理, 2020, 32(6): 1-12.
Chen K H, Feng Z, Sun T Q. Big data of innovation, innovation governance efficacy and digital transformation. R&D Management, 2020, 32(6): 1-12. (in Chinese)

8 孙点剑一, 李立明. 浅谈公共卫生与疾病预防控制体系建设. 中国科学院院刊, 2020, 35(9): 1096-1104.
Sun D J Y, Lin L M. Summary and recommendations of development of public health and disease prevention and control. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(9): 1096-1104. (in Chinese)

9 杨善林, 丁帅, 顾东晓, 等. 医疗健康大数据驱动的知识发现与知识服务方法. 管理世界, 2022, 38(1): 219-229.
Yang S L, Ding S, GU D X, et al. Healthcare big data driven knowledge discovery and knowledge service approach. Journal of Management World, 2022, 38(1): 219-229. (in Chinese)

10 徐宗本. 数字化 网络化 智能化 把握新一代信息技术的聚焦点. 网信军民融合, 2019, (3): 3.
Xu Z B. "Digitalization, networking, intelligence" the focus of the new generation of information technology. Internet Information Military Civilian Integration, 2019, (3): 3. (in Chinese)

11 Braa J, Hanseth O, Heywood A, et al. Developing health information systems in developing countries: The flexible standards strategy. Mis Quarterly, 2007, 28(1): 381-402.

12 Hanseth O, Jacucci E, Grisot M, et al. Reflexive standardization: Side effects and complexity in standard making. Mis Quarterly, 2006, 30: 563-581.

13 Hanseth O, Bygstad B. Flexible generification: ICT standardization strategies and service innovation in health care. European Journal of Information Systems, 2015, 24(6): 645-663.

14 Aanestad M, Jensen T B. Building nation-wide information infrastructures in healthcare through modular implementation strategies. The Journal of Strategic Information Systems, 2011, 20(2): 161-176.

15 Pipek V, Wulf V. Infrastructuring: Toward an integrated perspective on the design and use of information technology. Journal of the Association for Information Systems, 2009,

10(5): 1.

16 Vaast E. A Review of “Information and Communication Technology in Organizations: Adoption, Implementation, Use and Effects”. London: Sage Publications, 2005.

17 Broadbent M, Weill P, Clair D. The implications of information technology infrastructure for business process redesign. MIS Quarterly, 1999, 23(2): 159-182.

18 Weill P, Subramani M, Broadbent M. Building IT infrastructure for strategic agility. MIT Sloan Management Review, 2002, 44(1): 57-65.

19 Mettler T, Sprenger M, Winter R. Service robots in hospitals: New perspectives on niche evolution and technology affordances. European Journal of Information Systems, 2017, 26(5): 451-468.

20 Tong Y, Tan C H, Teo H H. Direct and indirect information system use: A multimethod exploration of social power antecedents in healthcare. Information Systems Research, 2017, 28(4): 690-710.

21 Bhattacharya P, Tanwar S, Bodkhe U, et al. Bindaas: Blockchain-based deep-learning as-a-service in healthcare 4.0 applications. IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 2019, 8(2): 1242-1255.

22 Sadeghi R J K, Prybutok V R, Sauser B. Theoretical and practical applications of blockchain in healthcare information management. Information & Management, 2022, 59(6): 103649.

23 黄丽华, 郭梦珂, 邵志清, 等. 关于构建全国统一的数据资产登记体系的思考. 中国科学院院刊, 2022, 33(10): 1426-1434.

Huang L H, Guo M K, Shao Z Q, et al. Thoughts on national unified data asset registration system. Bulletin of Chinese Academy of Sciences. 2022, 33(10): 1426-1434. (in Chinese)

24 Solano J L, de Souza S, Martin A, et al. Governing Data and Artificial Intelligence for All: Models for Sustainable and Just Data Governance. Brussels: European Union, 2022.

25 李慧敏, 陈光. 论数据驱动创新与个人信息保护的冲突与平衡——基于对日本医疗数据规制经验的考察. 中国科学院院刊, 2020, 35(9): 1143-1151.

Li H M, Chen G. On conflict and balance between data-driven innovation and personal information protection—A study of Japan’s medical data regulation experience. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(9): 1143-1151. (in Chinese)

26 Data.gov.uk. Results for “Health” - data.gov.uk. (2022-08-18) [2022-11-11]. https://www.data.gov.uk/search?filters%5Btopic%5D=Health.

27 The U.S. Department of Health and Human Services Office for Civil Rights. HIPAA flexibility for telehealth technology. (2022-06-29) [2022-11-11] https://telehealth.hhs.gov/providers/policy-changes-during-the-covid-19-public-health-emergency/hipaa-flexibility-for-telehealth-technology.

Deepening Digital Technologies to Enable Modernization of China’s Governance of Health

SUN Tara Qian[1] FENG Xia[2] LONG Yuntao[3*] XU Zongben[4*]

（1 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
2 Academic Divisions, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China；
3 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China；
4 School of Mathematics and Statistics, Xi’an Jiaotong University, Xi’an 710049, China ）

Abstract One significant goal of science and technology innovation is to set our sights on the health and safety of the people. The rapid development of digital technologies provides multiple potentials and path to achieve the modernization of China's health governance. the role of

*Corresponding author

digital technologies on enabling multiple stakeholders (i.e., hospitals, doctors, government, and social groups) to improve the supply capacity, the inclusiveness, fairness, friendliness, and convenience of health service. Second, we explore the four key issues of using digital technologies to enable the governance of health construction of digital health infrastructures, the factors affecting the adoption of digital technologies, the identification of data assets, data security and ethics of science and technology. Given the international experience of using digital technologies in health, we propose policy recommendations on deepening digital technologies to enable the modernization of China's health governance: taking road confidence as the core, pulling health demand with dynamic health scenarios, pushing health supply by integrating digital technologies, focusing on value creation and guiding the coordinated governance of multiple stakeholders, and participating in global innovation and taking China's responsibility to advocate Tech for Good.

Keywords digital technology, health, modernization of governance, digital China, healthy China



孙 茜 中国科学院大学公共政策与管理学院副教授。哥本哈根商学院数字化系博士后，中国科学院大学中丹学院和哥本哈根商学院数字化系双博士。主要研究领域：数字医疗、医疗人工智能、数字治理、数字创新、社会创新、创新发展政策。E-mail: sunqian@ucas.ac.cn

SUN Tara Qian Associate Professor at the School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences (UCAS). She worked as a postdoctoral researcher at the Department of Digitalization (DIGI), Copenhagen Business School (CBS), and got her double-PhD degree from the Sino-Danish College, UCAS and the DIGI, CBS. Her main research interests include digital health, artificial intelligence in healthcare, digital governance, digital innovation, social innovation, and innovation development policy. E-mail: sunqian@ucas.ac.cn



隆云滔 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。中国计算机学会青年计算机科技论坛（CCF YOCSEF）总部学术委员会委员、中国计算机学会（CCF）开源发展委员会首届执行委员。研究领域：数字经济、数字治理、开源创新发展以及系统科学理论与方法等，服务国家经济发展及产业数字化转型等战略决策需要。E-mail: yuntaol@casisd.cn

LONG Yuntao Ph.D., Associate Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD), Academic Committee Member of China Computer Federation (CCF) Young Computer Scientists & Engineers Forum (YOCSEF), and Executive Member of CCF Open Source Developing Committee. Dr. Long's research interests focus on digital economics, digital governance, open source innovation development and system science theory and method, which serve the strategic decision-making needs of the national economic development and industrial digital transformation. E-mail: yuntaol@casisd.cn



徐宗本 中国科学院院士，西安交通大学数学与统计学院教授。主要从事智能信息处理、机器学习、数据建模基础理论的研究。E-mail: zbxu@mail.xjtu.edu.cn

XU Zongben Academician of the Chinese Academy of Sciences and Professor at School of Mathematics and Statistics, Xi'an Jiaotong University. His research interests include intelligent information processing, machine learning and theories in numerical modeling. E-mail: zbxu@mail.xjtu.edu.cn

■责任编辑：文彦杰